

AHP 评价软件设计与实证研究

AHP Evaluation Software Design and Empirical Research

吴 炎 杜 栋 (河海大学 商学院 江苏 南京 210098)

摘 要: 在深入分析层次分析法(AHP)评价模型的基础上,提出了通用型 AHP 评价软件的设计思路,并开发了一个单机版的 AHP 评价软件,用来解决国民经济各领域那些“人的定性判断起主要作用”的多层次评价问题。最后,以一风险投资项目决策为例,运用本软件进行了评价,所得结果科学合理,证明了本软件的有效性和实用性。

关键词: 层次分析法(AHP) 评价模型 评价软件

1 引言

层次分析法(AHP, Analytic Hierarchy Process)是美国著名运筹学家 T. L. Saaty 等人提出的一种定性与定量分析相结合的多准则决策方法,也是现代被广泛运用的评价方法之一。最近 30 年,国内外出现了大量关于 AHP 标度、AHP 一致性、基于 AHP 的改进评价方法以及 AHP 与其他评价方法的组合运用等研究成果,说明了层次分析法在评价领域中的重要地位^[1]。在信息技术飞速发展的今天,评价的实现离不开计算机的参与,若能设计出针对层次分析法的通用型评价软件,将省去评价工作中大量复杂繁琐的计算处理环节,为评价决策工作者带来巨大的帮助。

文献 2 提出了评价软件设计水平的三个层次:第一是单纯由评价应用程序组成的简便综合评价软件,即综合评价方法用计算机而实现的程序集合;第二层次则有了人机对话的参与,由数据库管理系统(DMS)和评价方法管理系统组成,构成综合评价决策支持系统(CEDSS);第三是由综合评价决策支持系统加上人工智能技术和知识系统组成的智能综合评价决策支持系统(ICEDSS)。

本文旨在提出一个评价软件设计与研发的可操作性思路,并设计出一个基于第一层次的 AHP 评价软件,来解决评价领域中那些“人的定性判断起重要作用、难以直接准确计量”的多层次评价问题。它的成功设计也可以为今后的评价支持系统、智能评价系统中的模块设计提供准备。

2 软件功能分析及总体框架

2.1 AHP 评价软件功能分析

实现评价计算是 AHP 评价软件的主体功能,除实现此主体功能外,软件还应具有以下几个功能:

(1) 初步分析功能,包括对评价结果的排序、择优以及其他初步分析功能。

(2) 输入输出功能,即评价模型的读取与存储;以文本文件导出评价过程数据以及结果数据等。

(3) 纠错功能,即较强的误操作、异常处理功能,避免因误操作而导致整个评价过程无法继续完成。

(4) 帮助功能,即用户通过软件帮助文档以及友好的界面提示顺利完成整项评价工作;提供计算器、写字板等基本工具来辅助评价工作的完成。

此外,设计开发 AHP 评价软件时应尽量考虑使其具有以下特点:

(1) 标度、算子的自由选择与合理组合。通过选择合适的标度以及与其相适应的单排序计算方法、一致性检验方法以及总排序方法,实现满足用户要求的层次评价操作。

(2) 实用性和通用性。软件能够适用于实际评价工作中广泛存在的多层次评价决策问题。

(3) 可扩展性。标度、评价算子等模块化设计实现,并将自定义函数写入到一个公共文件,或公共函数区域或单元,并提供一个函数接口,这样可以方便的实现新标度、新单排序方法和一致性检验方法的写入和

调用,实现软件功能的扩充。

(4)集成性。提供一些接口,与计算机其他系统或设备连接,实现与更高层次评价系统的无缝连接。

(5)人机和諧。综合评价其本身对用户要求有一定的专业知识,而良好的人机界面能够降低对用户专业的要求。特别地,在努力把评价理论和方法应用到实践的过程中,我们更需要尽力在人机界面方面降低理论与实践之间的“门槛”。所以,作为联结评价决策者与评价方法的纽带,人机和諧将是未来综合评价研究领域的热点之一,也是本文非常重视的一个问题。

2.2 AHP 评价软件的总体框架

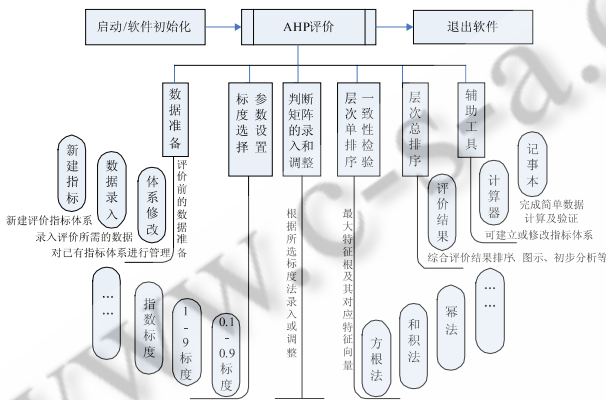


图 1 软件框架结构图

数据准备模块主要完成指标体系的构建工作,并对整个评价问题的公共变量进行初始化,包括指标体系总层数,各层次要素信息等。

判断矩阵的录入和调整模块主要完成两两要素间重要程度值的输入或调整。默认情况下,判断矩阵各要素同等重要,其值或为 1(1-9 标度),或为 0.5(0.1-0.9 标度^[3])。

因篇幅问题,此处不对其他模块进行介绍,详细内容可以查阅相关文献。

3 评价模型解释与软件流程分析

3.1 层次分析法的步骤

- (1)明确问题。
- (2)层次指标体系构建。

当今评价领域中很多问题都是较复杂的多层次结构,为了便于计算机的处理和用户的操作,我们提出用“标准树”层次分析结构模型来表示指标体系。与大

多理论文献中的类似,按目标的不同、实现功能的差异,将系统分解为几个等级层次,如目标层、准则层、方案层等(也可再细分),用框图的形式说明层次的递阶结构与因素的从属关系,形成一个倒型的“树”。

这里需要特别说明的是,除去最底层(方案层)和目标层,其他层次的任何节点都只能从一个父节点,而不能有一个节点从属于两个或更多父节点的情况出现,从而避免“网状树”造成逻辑上的混乱。我们把满足以上条件下的树称为指标体系“标准树”。

“网状树”向“标准树”转化的方法有很多,可以重新分析并定义具有多个父节点的指标,或合并指标或从交叉指标中分离出唯一从属型新指标;也可以将其所依赖的父指标进行重新分析定义,或合并或分离新的指标。

(3)两两比较,建立判断矩阵,求解权向量。根据不同标度和不同算子进行不同的处理。

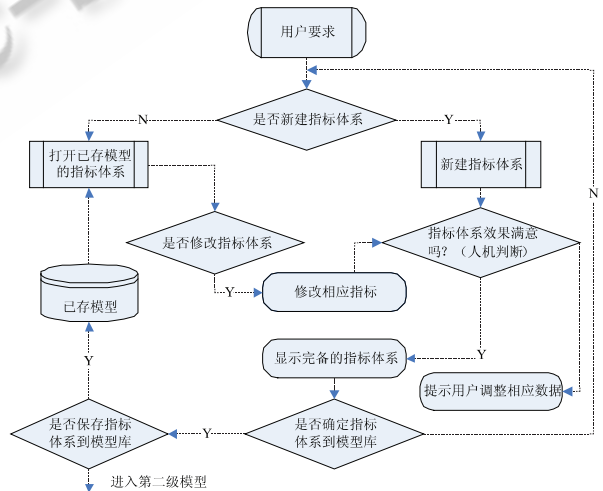
(4)层次单排序及其一致性检验。

(5)层次总排序及其一致性检验。

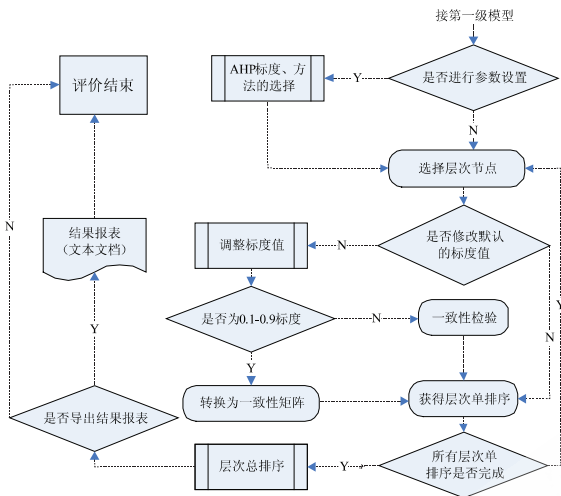
(6)分析计算结果,考虑相应的决策。

3.2 软件数据流转

按层次分析法的步骤,把整个评价流程分解为两级求解模型,第一级模型详细介绍了层次指标体系的构建,我们称为指标体系求解模型(图 2(a)所示);第二级则描述了单排序、综合排序的操作流程,我们称其为评价结果求解模型(图 2(b)所示)。



(a) 第一级模型



(b) 第二级模型

图 2 AHP 评价软件数据流程图

和 1-9 标度法, 涉及的单排序方法有和积法和方根法, 并把这些统一归为公共函数部分, 写入到独立的单元 (AHPMethods.pas 文件)。同时在这些标度以及算子中也有相应的规则, 比如在 0.1-0.9 标度下, 由于“方根法”不再适于此一致性矩阵排序权值的计算, 在精度要求不高的情况下, 宜采用“和积法”进行计算^[3]。下面给出了方根法的部分核心代码。

```

SqrtMethod ( tempG: TArrayGrid ): TArrayW
var
begin
...//部分代码略
for i: =0 to tempG. m -1 do
begin
for j: =0 to tempG. m -1 do //每行求积
begin
if tempG. GArray[ j,i ] =0 then continue
else
U[ i ] := tempG. GArray[ j,i ] * U[ i ]
end;
U[ i ] := exp( ( 1.0/N ) * ln( U[ i ] ) ) //开 n
次方根
end;
//按列归一化
SumCol: =0.0;
for i: =0 to tempG. m -1 do
SumCol: = SumCol + U[ i ] ;
//求权重
for i: =0 to tempG. m -1 do
tW[ i ] := U[ i ] / SumCol ;
...//其他代码略
end.
    
```

(3) 异常、误操作处理实现

Delphi 的集成开发环境 (IDE) 提供了一套强大的异常处理机制。巧妙地利用它可以使程序更为强健、友好。Try...Except 和 Try...Finally 语句的使用可以保护部分代码, 负责捕获和处理异常。Except 子句中设置 On Exception Num Do 语句可以处理不同类型的异常和误操作, 而 Finally 子句能够保证软件在的异常情况下, 继续完成正常操作。例如在参数值未输入仍进

4 软件设计实现

4.1 开发及运行环境

本文的 AHP 评价软件是基于 Windows XP 平台, 采用面向对象程序设计语言 Delphi 进行设计开发的。

为了使评价软件运行环境通用、简便, 可以充分利用 Delphi 7 的程序编译集成功能, 形成独立的可执行文件 (exe 格式), 降低软件对运行环境要求。本软件运行环境的具体要求是: 操作系统 Windows 3.1 或以上; Word 2000/XP 或以上版本。

4.2 各功能模块的设计实现

采用模块化设计思想, 功能模块相对独立, 便于扩展。

(1) 层次指标体系的实现

复杂评价系统一般具有层次结构, 因此如何在评价软件中表述这种层次结构并方便存取读写一直是多属性评价软件开发中的一个初始难题。Delphi 编程环境下, 具有“树形”展开特征的 TreeView 组件能够表示指标体系层次结构, 同时可以对 TreeView 的节点 (Node) 的添加、删除、修改以及上下移动操作定义相应函数, 快速完成指标体系的构建。

(2) 层次单排序、层次总排序的实现

该模块是 AHP 评价软件的核心, 该部分自定义了与层次单排序、层次总排序相关的函数。本软件录入了 0.1-0.9 标度法 (详细内容参考文献 [3])

行一致性检验时易造成“除数为零”的异常,对次异常的处理其核心代码如下:

```

Try
... //执行操作
Except
On Exception errorNum Do
ShowMessage( '操作错误:除数不能为零' );
End;
(4)I/O 设计

```

利用 Delphi 中的 TStringStream 和 TMemoryStream 对象,将评价模型以流的形式实现读取和存储。例如对评价模型的读操作:

```

if FileOpenDialog. Execute then
begin
fileTemp := TMemoryStream. Create ;
strTemp := TStringStream. Create( '~' );
tv := TMemoryStream. Create ;
try
fileTemp. LoadFromFile ( FileOpenDialog.
FileName ) ;
strTemp. Seek ( 0 , soFromBeginning ) ;
strTemp. CopyFrom ( fileTemp , fileTemp. Size ) ;
...//部分代码略
tv. CopyFrom ( fileTemp , i ) ; // i 为 integer 型
变量
tv. Position := 0 ;
tvmethod. LoadFromStream ( tv ) ; //读操作
...//其他代码略

```

利用 ActiveX 技术,软件实现了与 Word 的无缝结合,可以生成 AHP 评价报告初稿(doc 文件),文件包括整个评价流程中的所有数据表格,以及最后生成的评价结果图形。

(5) 人机界面设计

AHP 评价软件的人机界面以自然语言为基础;集菜单、参数设置面板、结果显示等可视区域为一体;综合了文字、图表、符号,使人机界面形象、生动、直观和清晰。为增强用户界面的可操作性,尽量采用比较直观图形操作方式,并由软件后台实现具体的计算过程,各输入、输出界面与常用视窗软件完全一致,便于用户理解和掌握。此外,用户还可以对这些可视区域进行

设置和调整,使其适合自己的需要。具体地,对评价结果用 Delphi 中 Tchart 控件进行设计。Tchart 控件能够以二维的条形图、直方图、折线图、饼图或散点图等形式显示数据。这些数据点组成系列,用唯一的颜色或填充样式进行标识。

5 应用实例

运用本评价软件,以文献 4 中风险投资项目决策为例进行评价。首先是构建层次指标体系(如图 3 所示)并确定该模型,实现评价问题的数据初始化。

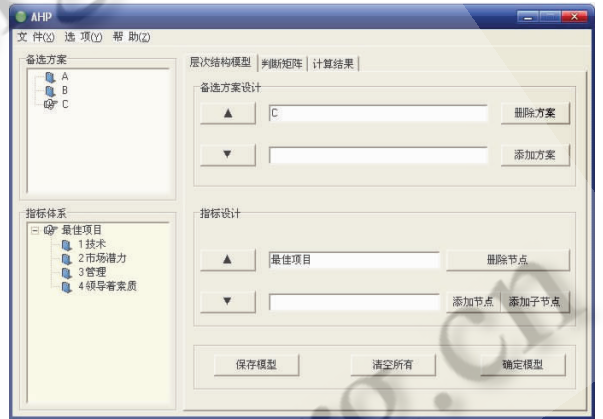


图 3 层次指标体系构建界面

之后,进入到层次单排序,依文献原意,采用 1-9 标度完成判断矩阵的构建,并用方根法完成层次单排序。评价相关数据如图 4 所示:



图 4 判断矩阵操作界面

同理可得其他层次单排序结果。之后,我们可以

得到层次总排序结果,并通过饼图、柱状图、线形图等二维图形来表示最终综合评价结果(如图 5 所示)。

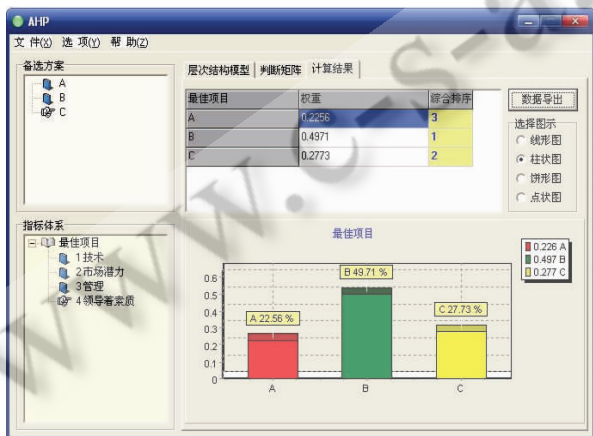


图 5 评价结果显示界面

经初步分析得知项目 B 的综合评价最好,以 0.4971 的评价值高于 A 和 C,所以, B 项目是最佳选择。最后,用户可以根据自己所需,将评价结果以文本格式文件导出,以便后续分析。

通过对这一实例的评价,得到的评价结果与文献 4 结果十分吻合。众多的算例(已形成本软件的案例库),也验证了本软件的正确性。

6 结论

该软件的设计充分考虑了评价指标的灵活构建、标度和排序方法的选择,完全满足不同评价对象对评价指标、标度以及排序方法的不同要求,可用于解决国民经济各领域中的较复杂的多层次评价问题。目前该软件已经应用于风险投资项目决策评价、物流中心选择评价、企业技术创新能力评价等评价问题,从软件的使用情况来看,结果令人满意,说明该软件具有较好的实用性。但针对专家权重分配、群评价、分布式评价等问题,还应该进一步考虑通过采用计算机网络(C/S 或 B/S)、数据库管理技术对 AHP 评价软件扩充,使其更加完善。

参考文献

- 1 杜栋, 庞庆华. 现代综合评价方法与案例精选. 北京: 清华大学出版社, 2004. 18 - 19.
- 2 秦寿康. 综合评价原理与应用. 北京: 电子工业出版社, 2003. 165 - 169.
- 3 杜栋. 基于 0.1 ~ 0.9 标度的 AHP 再研究. 系统工程与电子技术, 2001, 23(5): 36 - 38.
- 4 沈良峰, 樊相如. 基于层次分析法的风险投资项目